

⑤

Int. Cl. 2:

C 02 C 3-00

⑱ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DT 24 06 213 A1

⑪

# Offenlegungsschrift 24 06 213

⑫

Aktenzeichen:

P 24 06 213.3-25

⑬

Anmeldetag:

9. 2. 74

⑭

Offenlegungstag:

27. 11. 75

⑳

Unionspriorität:

㉔

㉕

㉖

⑤4

Bezeichnung:

Verfahren und Vorrichtung zum Trocknen von Klärschlamm

⑦1

Anmelder:

Skowronek, Heinrich, 6000 Frankfurt

⑦2

Erfinder:

gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DT 24 06 213 A1

PATENTANWALT  
DR. H. G.  
HEINRICH SKOWRONEK  
8 Frankfurt/Main 70  
Schmecke 61107

2406213

7. Februar 1974

Gzy/Al

Heinrich Skowronek, 6000 Frankfurt/Main, Vilbeler Straße 36

# Verfahren und Vorrichtung zum Trocknen von Klärschlamm

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trocknen von Klärschlamm.

Die Entwässerung bzw. Trocknung von kommunalen Klärschlämmen oder industriellen Schlämmen ist notwendig, um die entwässerten oder getrockneten Schlämme gefahrlos für die Umwelt ablagern zu können, oder um die Schlämme, vorzugsweise als Beigabe zum Kompost, weiter zu verwerten, oder um sie verbrennen zu können.

## von Schlämmen

Bei der mechanischen bzw. maschinellen Entwässerung/wird ein großer Teil der Schwebestoffe frei, die in einer bestimmten Konzentration wieder in die Kläranlage gelangen. Die Schwebestoffe stören auf empfindliche Weise den Abbau in einer Kläranlage, soweit sie auf biologische Weise arbeitet. Bei einer mechanischen Kläranlage werden diese Schwebestoffe nicht zurückgehalten und gelangen wieder in das Ablaufwasser.

Es ist bekannt, den Klärschlamm in Trockenbeeten zu trocknen. Abgesehen davon, daß diese Trockenbeete allen Witterungseinflüssen ausgesetzt sind und der Klärschlamm daher nur langsam

trocknet, gelangt der größte Teil des Klärschlammwassers in die Erde, so daß eine Verschmutzungsgefahr für das Grundwasser besteht. Außerdem müssen diese Trockenbeete wegen des Gestanks fern von menschlichen Ansiedlungen sein. Auch die Räumung von Trockenbeeten erfordert einen hohen Aufwand wegen der Gefahr der Zerstörung des Filterbettes.

Der mehr oder weniger getrocknete Klärschlamm läßt sich nur bedingt weiterverwenden, da er nicht frei von pathogenen Keimen ist.

Klärschlamm enthält Oberflächen- und Kapillarwasser. Bei der mechanischen oder maschinellen Entwässerung wird zwar ein Großteil des Oberflächenwassers abgeschieden, jedoch das Kapillarwasser bleibt erhalten. Um das Kapillarwasser zu entfernen bedarf es der Wärme.

Die Feststoffe des Klärschlammes bestehen zu einem Teil aus Proteinen und Fettstoffen. Beim Trocknen, z.B. im Trockenbeet, gerinnen diese Proteine und Fettstoffe und verlangsamen sehr stark den Verdunstungsvorgang.

Aufgabe der Erfindung sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum beschleunigten Trocknen von Klärschlamm auf den jeweils gewünschten Trocknungsgrad, wobei die besprochenen Nachteile des Trockenbeetes und der maschinellen Verfahren vermieden werden.

Diese Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Verfahren gelöst. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß das im Klärschlamm enthaltene Wasser teilweise durch Verdampfen entfernt wird, während gleichzeitig der Schlamm aufgebrochen wird.

Vorzugsweise wird die zum Verdampfen des Wassers erforderliche Wärmeenergie durch unterhalb der Oberfläche des Schlammes angeordnete Heizkörper zugeführt.

Zur Erleichterung des Verdampfens kann der über der Oberfläche des Schlammes befindliche Wasserdampf abgesaugt werden. Man kann auch so arbeiten, daß während des ganzen Eindampfens oder während eines Teiles des Eindampfens ein heißer Luftstrom über die Oberfläche des Schlammes geleitet wird.

Zum gleichzeitigen Aufbrechen des Schlammes können in den Schlamm eintauchende, senkrecht angeordnete, waagrecht bewegte Stäbe verwendet werden. Vorzugsweise haben diese Stäbe einen viereckigen, z.B. quadratischen Querschnitt, wobei die Kanten in Bewegungsrichtung angeordnet sind. Diese Stäbe können gleichzeitig in verschiedenen Richtungen bewegt werden.

Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens. Die Vorrichtung ist gekennzeichnet durch einen oder mehrere nach oben abgeschlossene Behälter zur Aufnahme des zu trocknenden Schlammes, durch in dem oder den Behältern angeordnete Heizkörper, durch an einem oder mehreren über der Oberfläche des Schlammes befindlichen Laufwagen befestigte Stäbe zum Aufbrechen des Schlammes, durch Mittel zum Bewegen des oder der Laufwagen in einer oder mehreren Richtungen, und durch einen wasserdichten Boden zur Verhinderung des Einsickerns des Wassers in das Erdreich.

Vorzugsweise haben der oder die Behälter einen rechteckigen Querschnitt. Die eine Seite des oder der Behälter kann als Tür zum Ausbringen des eingedickten Schlammes ausgebildet sein.

Der Behälter oder die Behälter sind nach unten geschlossen, um das Klärschlammwasser nicht in den Erdboden eindringen zu lassen.

An der Stirnseite oder am oberen Teil des oder der Behälter können Mittel zum Absaugen des Wasserdampfes und/oder zum Einführen von Heißluft über der Oberfläche des Schlammes angeordnet sein.

Die Heizkörper, die als Rohre oder Platten ausgebildet sein können, sind vorzugsweise am oder im Boden des oder der Behälter angeordnet. Die Heizkörper können mit Stegen als Schleifsteg versehen sein.

Der auf Schienen über der Oberfläche des Schlammes laufende Laufwagen kann gleichzeitig in einer oder mehreren Richtungen beweglich sein.

Durch die Heizkörper kann Warmwasser/Heißwasser oder Dampf geleitet werden. Die Heizfläche sollte so ausgelegt sein, daß der Schlamm über einen längeren Zeitraum auf mehr als 70°C erwärmt wird, um ihn frei von pathogenen Keimen zu halten.

Durch die Verdampfung des Wassers dickt der Klärschlamm ein und es bildet sich, vornehmlich bedingt durch die bereits erwähnten Proteine bzw. Fettstoffe, an der Oberfläche eine Haut. Mit Bildung dieser Haut verlangsamt sich, wegen der schlechten Durchlässigkeit der Haut, der Verdampfungsprozeß.

Aber nicht nur die sich durch die Proteine oder Fettstoffe gebildete Schicht behindert den Verdampfungseffekt, sondern auch der nunmehr eingedickte Klärschlamm. Bei ungefähr 70 bis 80 % Wassergehalt des Klärschlammes wird dieser stichfest. Durch die Zusammensetzung der organischen Feststoffe wie Partikel von Papier, Textilien, etc., aber auch durch die anorganischen Schwebestoffe, wird die Wärmeabgabe der Heizflächen immer geringer. Bei einem Klärschlamm mit 96 bis 97 % Wasser werden je m<sup>2</sup> Heizfläche etwa 10000 bis 18000 Kcal/h abgegeben, während die Wärmeabgabe bei 70 % Wasseranteil des Klärschlammes nur noch etwa 3000 bis 4000 Kcal/m<sup>2</sup>/h beträgt, um dann bei zunehmender Eindickung noch weiter abzusinken, da die Heizflächen durch Klärschlamm isoliert werden.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Klärschlamm gleichzeitig aufgebrochen, und zwar nach dem Drainageprinzip. Der Drainageeffekt entsteht dadurch, daß bei stichfest getrocknetem Klärschlamm mittels der durchziehenden Stäbe eine Rinne gezogen wird, in die das Wasser aus dem seitlich stehenden Klärschlamm fließt. Auch wird auf diese Weise nicht nur die Oberfläche aufgerissen, sondern auch die sich oberhalb der Heizflächen gebildete Isolierschicht aus Klärschlamm, die dadurch zustande kam, daß in unmittelbarer Nähe der Heizflächen die meiste Wärme abgegeben wurde, und der Klärschlamm an den Rohren antrocknete. Zum Aufbrechen dienen Stäbe vorzugsweise mit quadratischem Querschnitt. Die Stäbe werden an einem Laufwagen einseitig oder zweiseitig mit einer Kante in der Bewegungsrichtung angeordnet. Dieser Laufwagen wird z.B. mittels Getriebemotor und Seil- oder Kettenantrieb bewegt, wobei Endkontakte das Umkehren des Laufwagens bewirken.

Die Quadratform mit Kanten in Fahrtrichtung hat den Vorteil, daß sie den geringsten Widerstand beim Durchziehen des Klärschlammes bietet, die Feststoffe zurückdrängt und nach dem Drainageprinzip

- 6 -

durch Bildung einer Rinne, wenn auch teilweise nur für kurze Zeit, arbeitet.

Klärschlamm besteht, wie bereits erwähnt, aus Wasser und Feststoffen. Wenn die Stäbe durch das Becken gezogen werden, füllt, bedingt durch die Trägheit der Feststoffe, zuerst das Wasser die durch den durchziehenden Stab erzeugte Rinne. Da die Rinne oberhalb einer Heizfläche erzeugt wird, kann sich dieses einfließende Wasser besser aufwärmen und damit schneller verdampfen, da ja der durchziehende Stab direkt oberhalb der Heizfläche auch die sich durch Klärschlamm gebildete Isolierschicht aufreißt.

Beim Durchziehen des Stabes drängt dieser den Klärschlamm seitlich weg. Durch die so entstandene Rinne fließt zuerst das Wasser nach, die Feststoffe als Klärschlamm folgen je nach Grad der Eindickung. Durchziehen die Stäbe zu schnell das Becken, so können die im Klärschlamm enthaltenen Feststoffe nicht nachfließen und werden an die Stirnseite der Becken gedrängt und leicht komprimiert. Der Kraftaufwand, um diesen zusammengedrängten Klärschlamm aufzureißen, ist erheblich. Daher wird die Geschwindigkeit des Laufwagens bei nicht mehr als 100 m/St gehalten.

Das Durchziehen der Stäbe erfordert einen bestimmten Kraftaufwand, der sich stark erhöht, wenn die Abstände der einzelnen Stäbe zu eng bzw. gering sind.

Um nun den Drainageeffekt und damit die Verdampfung zu beschleunigen, wird die Reihe oder werden die beiden Reihen der Stäbe am Laufwagen reversierbar, d.h. seitlich bewegbar, <sup>angeordnet.</sup> Die Reversierung erfolgt durch Hinüberdrücken der Reihe der Stäbe.

- 7 -

um etwa 20 bis 25 cm durch Elektromotor, ausgelöst durch einen Kontakt an den Stirnseiten oder mittels Hebelarm, der ebenfalls elektromotorisch betätigt wird.

Wird der Hebelarm ständig während des Laufens betätigt, so durchziehen die Stäbe das Klärschlammbecken in Form einer Zick-Zacklinie.

Dieses ständige Reversieren wird vorzugsweise aber erst dann vorgenommen, wenn durch die starke Eindickung die Wärmeabgabe durch die im Boden liegende Heizfläche sehr stark nachgelassen hat. Zu diesem Zeitpunkt wird Heißluft über die gesamte Oberfläche des Klärschlammes gedrückt, um die Trocknung zu beschleunigen.

Die entstandenen Dämpfe können mittels eines Ventilators oder mehrerer Ventilatoren abgezogen werden.

Die abgezogenen Dämpfe selbst können wegen des starken Geruchs nicht direkt in die Atmosphäre ausgeblasen, sondern in einem Kondensator niedergeschlagen<sup>werden</sup>. Das Kondensat wird wieder in die Kläranlage zurückgeführt. Die in den Dämpfen enthaltene Luft wird nach dem Kondensator durch ein Kohlefilter geführt, um von Gerüchen befreit zu werden.

Nach Verdampfung des wesentlichsten Oberflächenwassers schalten sich die Ventilatoren aus, und Heißluft wird in das Becken gedrückt. Durch das ständige Aufreißen der Oberfläche entsteht eine größere Oberfläche. Die durchströmende Heißluft erhält nun



einen günstigeren Wirkungsgrad bei der Trocknung des Klärschlammes. Die Heißluft selbst wird durch einen Kamin in die Atmosphäre geführt.

Bedingt durch die Raumhöhe oberhalb des Klärschlammpegels bis zur Abdeckung, durchströmt die Heißluft den oder die Behälter in laminarer Form. Wirksam wird hierbei nur die Heißluft, die unmittelbar über der Klärschlammoberfläche strömt, weil sie die Feuchtigkeit abführt sowie die Luft, die unterhalb des oberen Behälterabschlusses strömt, da sie diesen aufwärmt und so eine Kondensation der Dämpfe verhindert.

Um die Heißluft wie den Wind in der Natur wirksam werden zu lassen, wird eine Turbulenz dadurch erzeugt, daß auf dem Laufwagen oder den Laufwagen eine Wand aufgebaut ist. Die eingeblasene Luft prallt gegen die Wand und wird gegen die Klärschlammoberfläche bzw. gegen die obere Abdeckung geleitet, von wo sie wieder auf die Klärschlammoberfläche auftrifft usw.. Dadurch wird ein größerer Teil der Heißluft wirksam und der Feuchtigkeitsentzug an der Klärschlammoberfläche gesteigert.

Mit zunehmender Eindickung werden auch die Kapillaren des Klärschlammes durch das ständige Aufreißen durch die Stäbe zerstört. Da der Schlamm heiß ist, verdampft oder verdunstet das Kapillarrowasser und sättigt die Heißluft, die abgeführt wird.

Wenn beispielsweise 60 bis 70 % des Wassers im Klärschlamm verdunstet oder verdampft sind, kann das Becken erneut mit Klärschlamm aufgefüllt werden. Dieser Vorgang des Verdampfens und Trocknens sowie Wiederauffüllens kann so oft wiederholt werden, bis der getrocknete Feststoffpegel etwa 50 bis 75 % der Becken-

höhe erreicht. Dann kann durch Öffnen der Vorderwand, z.B. mittels Schaufellader, der eingedickte Klärschlamm entfernt werden.

Um die Heizrohre beim Räumen durch den Schaufellader, der mit seiner Schaufel an den Rohren entlangfährt, zu schonen, kann an der Scheitellinie jedes Rohres ein Steg angeschweißt sein. Durch Entfernen der Nahtstellen entsteht eine glatte Oberfläche, an der die Schaufel des Schaufelladers entlangfahren und räumen kann.

Die Zeichnungen erläutern beispielsweise einige Ausführungsformen der Erfindung.

Die Figur I zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung im senkrechten Schnitt. In einem Schlammbehälter 1 mit am Boden angeordneten Heizrohren 2 mit Schleißstegen befindet sich der auf Schienen laufende Laufwagen 3 mit den Stäben 4 zum Aufbrechen des Schlammes. Der Laufwagen wird mittels des Motors 5 auf den Schienen vorwärts und rückwärts bewegt. Der Reversierantrieb 6 bewegt die Stäbe seitwärts nach rechts und links. Am Laufwagen 3 ist die senkrechte Wand 7 befestigt.

Die Figur II zeigt von oben einen auf den Schienen 9 laufenden reversierbaren Laufwagen 3 mit Stäben 4 und dem Fahrmotor 5, der die Antriebswellen 8 antreibt. Durch den Motor 10 wird das Reversieren bewirkt.

Die Figur III zeigt eine entsprechende nicht reversierbare Vorrichtung.

2406213

- 10 -

Die Figur IV zeigt von oben den Schlammbehälter 1 mit den nicht reversierbar am Laufwagen 3 befestigten Stäben 4, durch welche im Schlamm die Rinnen 11 gezogen werden.

Die Figur V zeigt entsprechend einen Schlammbehälter mit an einem Ende reversierten Stäben.

Die Figur VI zeigt entsprechend einen Schlammbehälter mit während des Laufes reversierten Stäben, wodurch zickzackförmige Rinnen 11 entstehen.

- 11 -

509848/0477

Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen von Klärschlamm, dadurch gekennzeichnet, daß das im Klärschlamm enthaltene Wasser teilweise durch Verdampfen entfernt wird, während gleichzeitig der Schlamm aufgebrochen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zum Verdampfen des Wassers erforderliche Wärmeenergie durch unterhalb der Oberfläche des Schlammes angeordnete Heizkörper zugeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der über der Oberfläche des Schlammes befindliche Wasserdampf abgesaugt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß über die Oberfläche des Schlammes ein heißer Luftstrom geleitet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zum Aufbrechen des Schlammes in den Schlamm eintauchende, senkrecht angeordnete, waagerecht bewegte Stäbe verwendet werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß Stäbe mit viereckigem Querschnitt verwendet werden, deren Kanten in Bewegungsrichtung angeordnet sind.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Stäbe in gleichzeitig verschiedenen Richtungen bewegt werden.
8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch einen oder mehrere nach oben abgeschlossene Behälter zur Aufnahme des zu trocknenden Schlammes, durch in dem oder den Behältern angeordnete Heizkörper, durch an einem oder mehreren über der Oberfläche des Schlammes befindlichen Laufwagen befestigte Stäbe zum Aufbrechen des Schlammes, durch Mittel zum Bewegen des oder der Laufwagen in einer oder mehreren Richtungen, und durch einen wasserdichten Boden zur Verhinderung des Einsickerns des Wassers in das Erdreich.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Behälter einen rechteckigen Querschnitt haben.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die eine Seite des oder der Behälter als Tür zum Ausbringen des getrockneten Schlammes ausgebildet ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, gekennzeichnet durch an der Stirnseite oder am oberen Teil des oder der Behälter angeordnete Mittel zum Absaugen des Wasserdampfes und zum Einführen von Heißluft über der Oberfläche des Schlammes.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizkörper am oder im Boden des oder der Behälter angeordnet sind.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizkörper als Rohre oder als Platten ausgebildet sind.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizkörper mit Stegen zum Schutz der Rohre oder Platten beim Räumen versehen sind.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Laufwagen eine senkrechte Wand aufweisen, durch welche eingeblasene Heißluft in dem oder den Behältern eine turbulente Strömungsform erhält.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Laufwagen gleichzeitig in mehreren Richtungen beweglich sind.

-19-

2406213

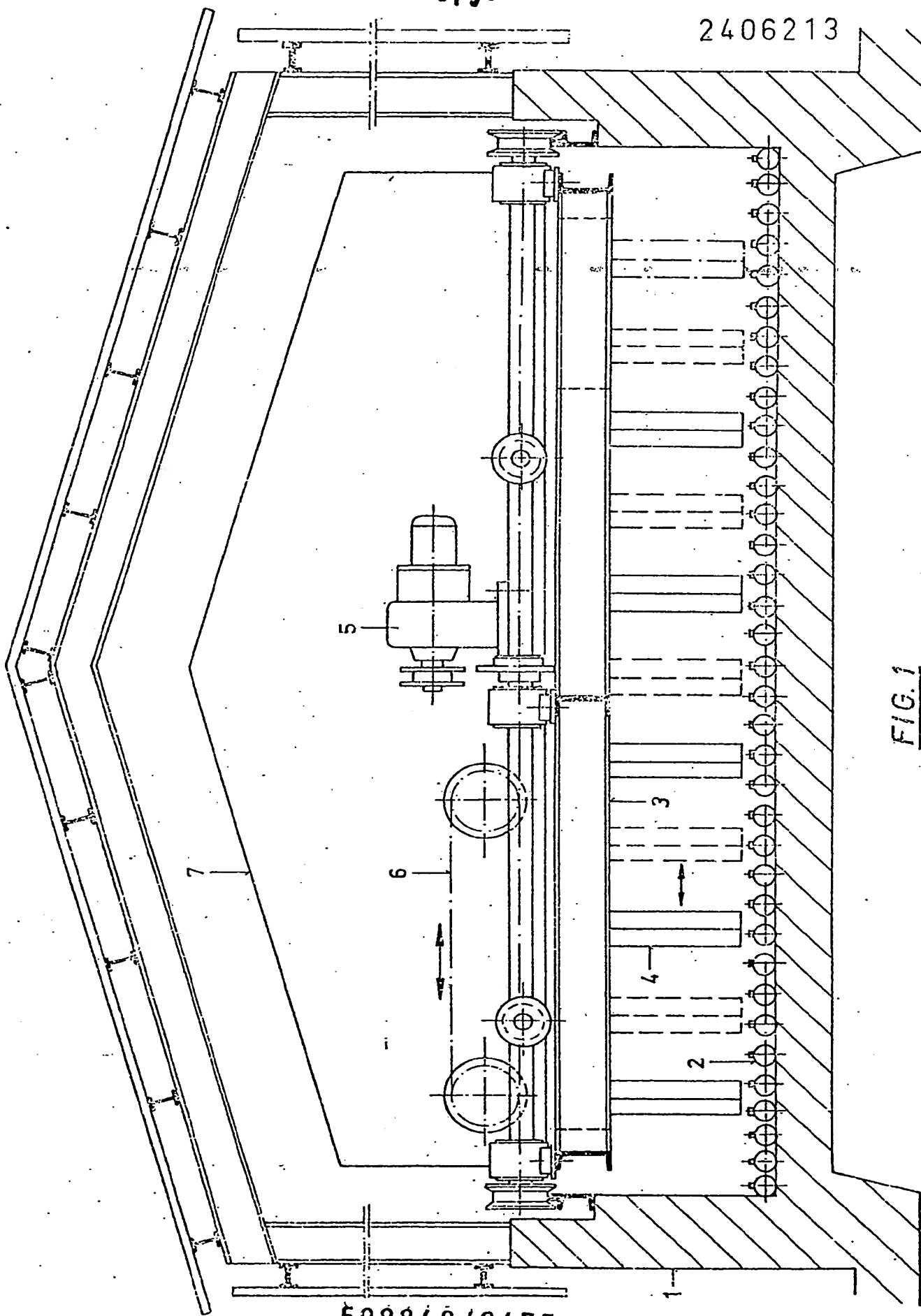


FIG. 1

509848/0477

2406213

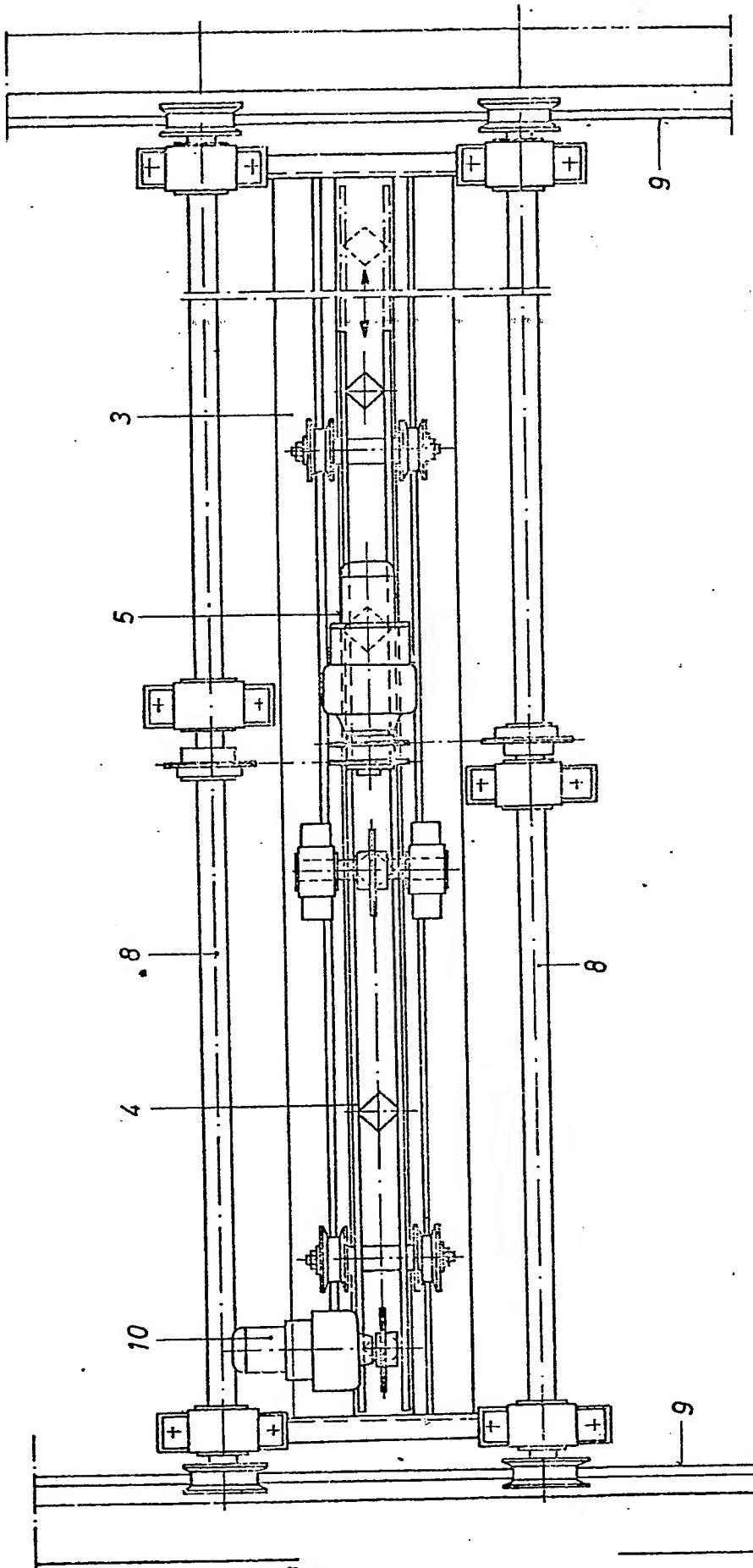


FIG. 2

509848/0477



2406213

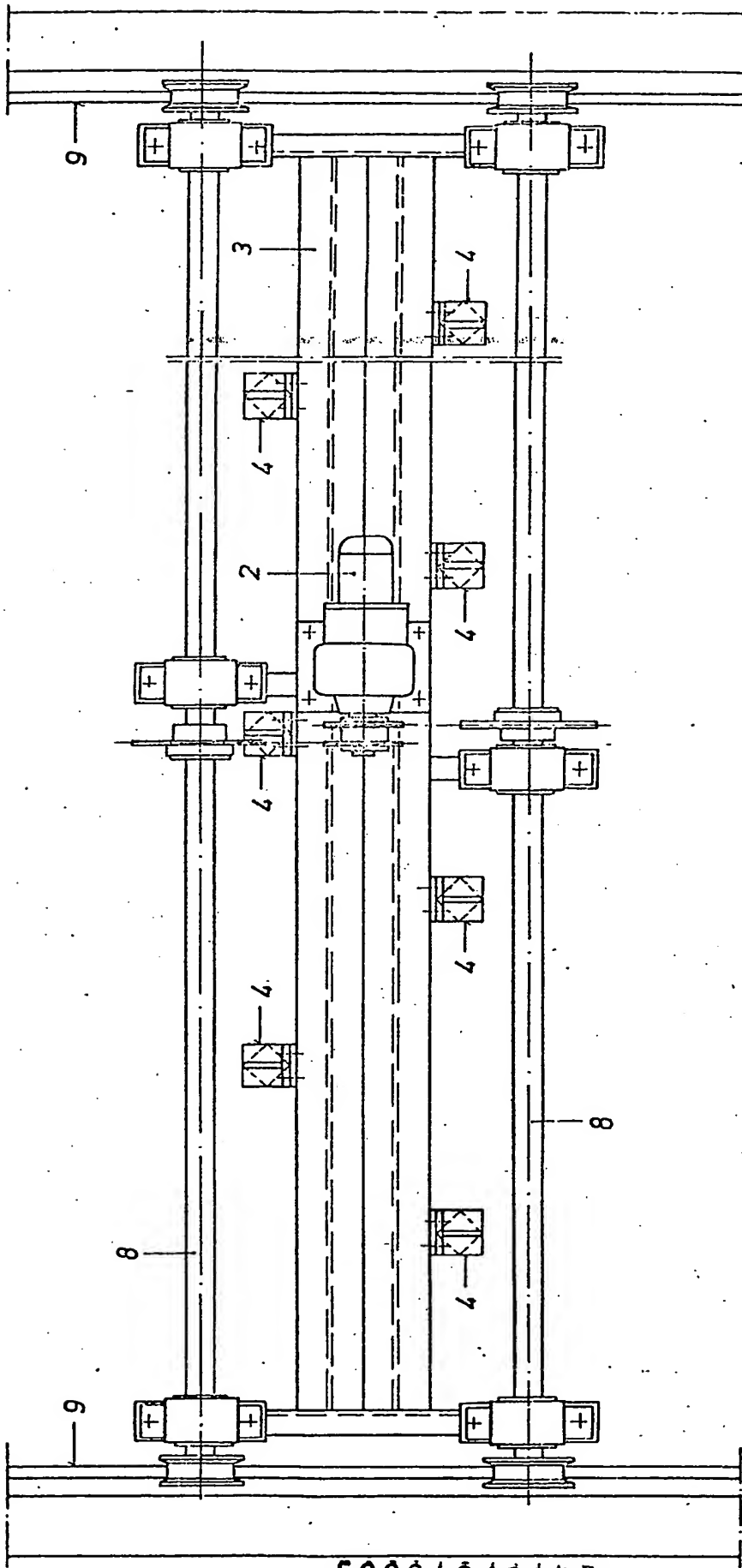


FIG. 3

509848/0477

2406213

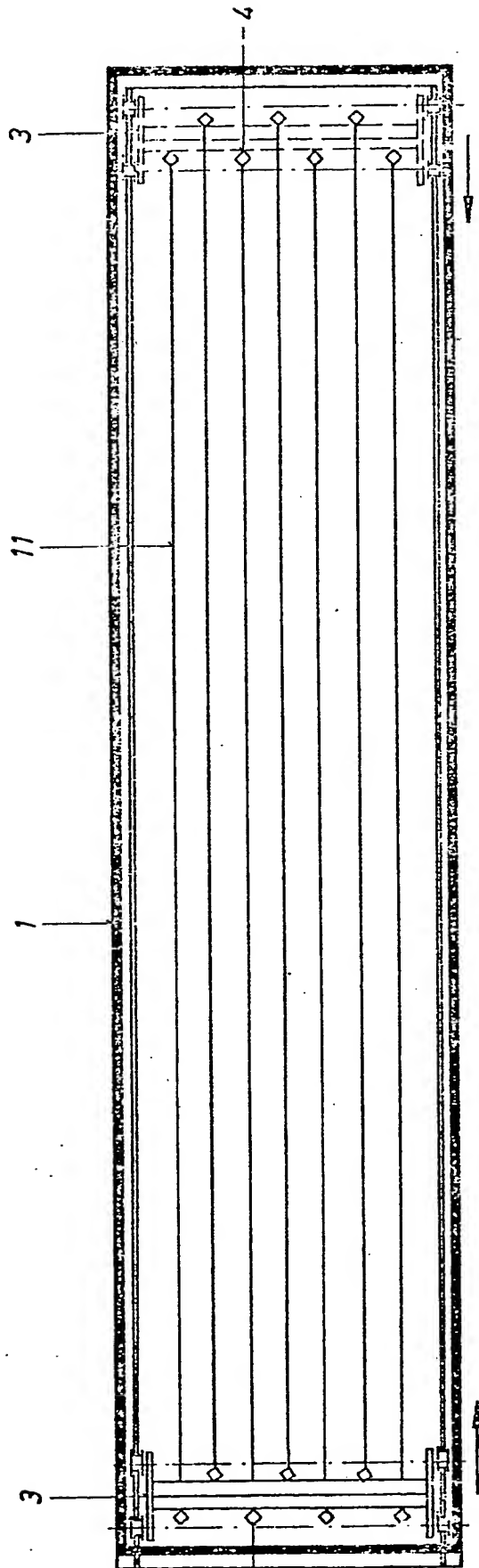


FIG. 4

509848/0477

2406213

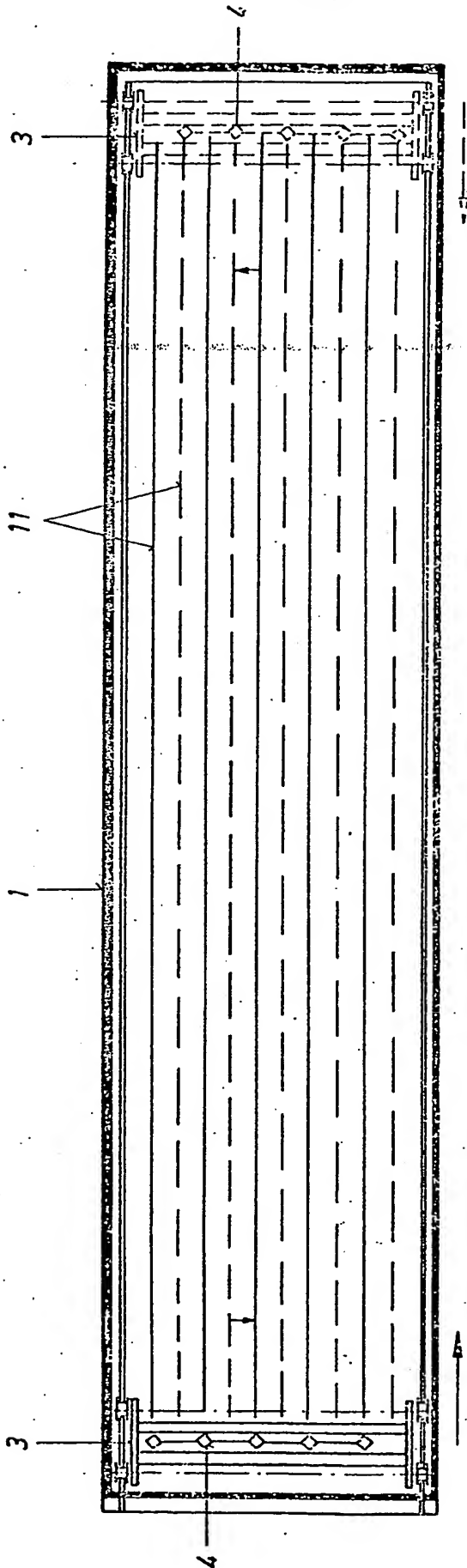


FIG. 5

509848/0477

-18-

2406213

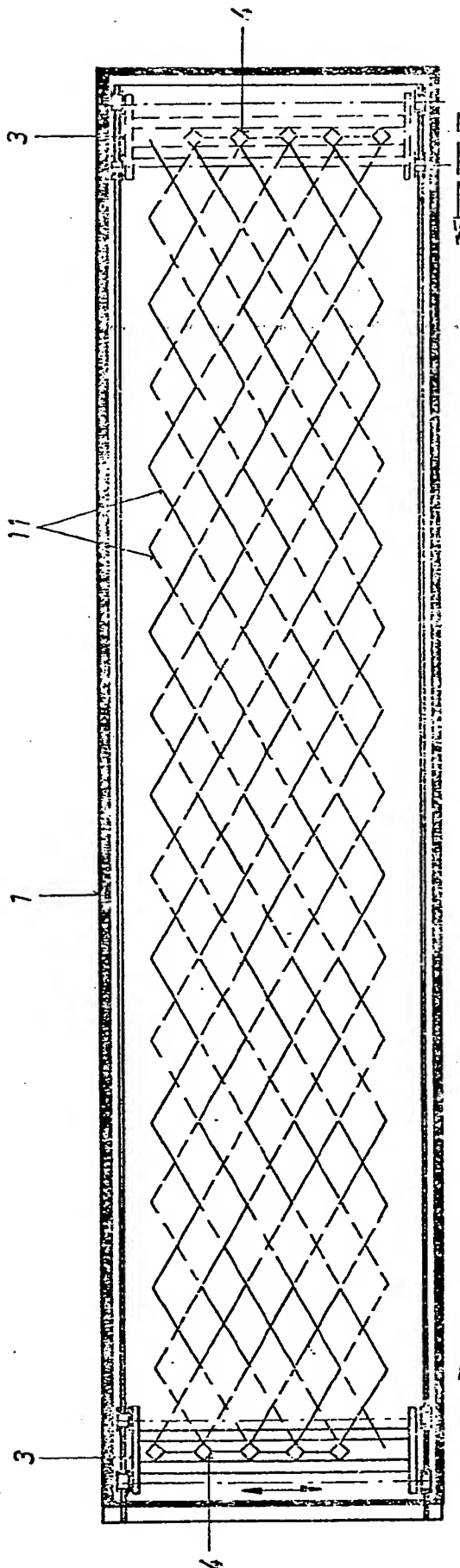


FIG. 6

509848/0477<sup>4</sup>